

FEM 解析による連続 2 主桁の特性に関する一考察

石川島播磨重工業 正員 西土 隆幸
 日本道路公団 中園 明広
 日本道路公団 稲葉 尚文

1. まえがき

現在、連続 2 主桁が積極的に採用され、合成効果を期待するものも現れている。この形式では主桁間隔が広くなり、構造上の特有の問題も考えられる。橋梁設計に F E M を使うことは、高性能パソコンの出現により身近な存在になってきた。現在行われている橋梁設計では格子解析による骨組み計算を行い応力を照査しているが、より忠実に断面力を計算できる F E M 解析を実施して両者の特性を把握するのは意味あることである。そこで、格子、F E M 両解析の応力比較を行ない、さらに、F E M により道路橋示方書^{1) 2)}などで規定されている合成桁の設計上の仮定について検証する。

2. 解析手法の検討

まず、格子解析と F E M 解析とを比較し両モデルの妥当性を検証する。ここでは、表 - 1 に示す橋梁形式を考える。格子、F E M モデルとも中間支点上のコンクリート断面を有効と考えた合成桁とした。F E M では桁に板、床版にソリッド要素を使いモデル化した。また、実際の支点状態を考慮して点支持だけでなく、面支持でも解析した。

図 - 1、- 2 に片側主桁上下フランジの応力を示す。ここでは、圧縮応力を - で表している。格子解析の応力は合成断面の断面 2 次モーメントより算出した。表 - 2 より上フランジ中間支点上では格子の方が倍近く大きな応力となり、下フランジ中間支点上では点支持の F E M の方が約 15% 大きな応力となる。しかし、上フランジでは応力自体が小さく、図で表わすとそれらの差は顕著ではなく、格子解析による断面力を用いても大きな影響はない。F E M 解析では実際に即した面支持とすることが桁の応力照査では必要となる。これらの結果より両解析方法は、ほぼ同じ結果といえる。

表 - 1 橋梁形式

径間割 (m)	主桁間隔	主桁高	特徴	載荷荷重
50 + 60 + 50 (A1,P1,P2,A2)	6.0m	2.9m	直橋、縦断・横断勾配は考慮しない	L 荷重 p1(A1-P1 径間中央) p2(A1-P1,P1-P2 径間)

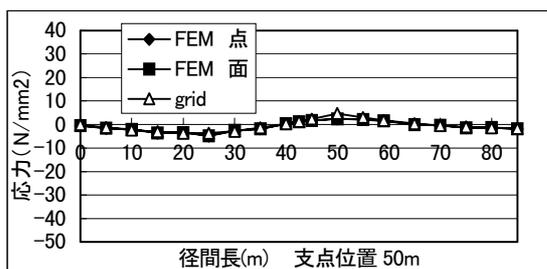


図 - 1 上フランジ応力の比較

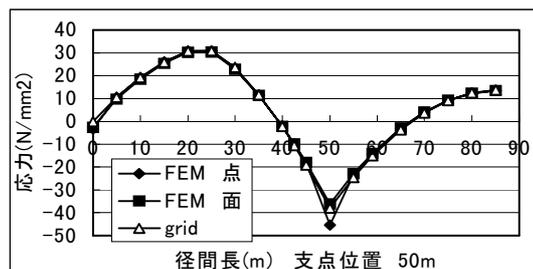


図 - 2 下フランジ応力の比較

3. 道路橋示方書との比較

両解析でほぼ同じ結果が得られることから、合成桁を設計する際に道示などに規定されている表 - 3 の各項目について F E M 解析により設計上の仮定を検証する。それらの結果より、F E M による設計の可能性についても検討する。

表 - 2 両解析の応力比較

位置	A 格子 (N/mm ²)	B FEM点 (N/mm ²)	C FEM面 (N/mm ²)	A/B	A/C
上フランジ	4.74	2.43	2.42	1.95	1.96
下フランジ	-38.04	-45.35	-36.13	0.84	1.05

キーワード：連続 2 主桁、F E M 解析、格子解析、合成桁

〒135 - 8322 東京都江東区毛利 1 - 19 - 10 TEL03(3846)3153 FAX03(3846)3345

(1)有効幅

検討結果を表 - 4 に示す。これらの結果より、いずれの位置でも道示の方が大きくなるが両者はよく一致しており、FEMでも適切な合成断面の剛度が期待できる。

(2)中間支点部引張域の確認

連続合成桁の場合には、床版の引張領域として支間長の0.15L程度を考えて設計するよう提案されている³⁾。図 - 3 に P1 支点付近のフランジ上床版表面の応力分布を示す。点支持と面支持でも床版応力はほとんど差がない。A1 - P1 区間では、40m 付近、P1 - P2 区間では 66m 付近で引張応力が発生している。0.15L 区間は、それぞれ 42.5m、69m となりほぼ仮定を満足している。

(3)スタッドの温度応力分布

鋼桁が床版より 10 高くなる温度分布を与えた場合のスタッドに生じるせん断応力を図 - 4 に示す。ここでは、上フランジと床版の間にスタッドと等価となるソリッド要素を入れている。道示の規定により、この場合には主桁間隔 6 m 区間でせん断応力は三角形分布すると仮定しているが、その条件をほぼ満足している。

(4)床版応力の重ね合わせ

A1 - P1 支間中央の床版表面の作用応力に対して、道示の主桁作用と床版作用の重ね合わせを行った結果を表 - 5 に示す。FEMにより十分設計できることが分かる。

(5)床版設計モーメント

道示のPC床版を対象にした設計曲げモーメントと比較した結果を表 - 6 に示す。道示の方が大きな値となるが、両者はほぼ一致している。

4. あとがき

格子解析とFEM解析では、ほぼ同じ結果が得られた。FEM解析と道路橋示方書などの規定とを比較し両者はほぼ一致した結果が得られ、FEMによる設計も十分可能であることを示した。また両解析結果から、これまでどおり格子解析で設計を行うことは妥当であるといえる。今後は曲線桁に対しても格子、FEM解析で同じ検討を加え、両者の妥当性を明らかにしたい。

表 - 3 道示の検討項目

検討項目	載荷荷重
(1)有効幅	主桁自重
(2)中間支点引張域の確認	L 荷重
(3)スタッドの温度応力分布	10 差の温度荷重
(4)床版応力の重ね合わせ	L 荷重、T 荷重
(5)床版設計モーメント	T 荷重

表 - 4 有効幅の比較

有効幅	A 道示(cm)	B FEM(cm)	A/B
支間中央	559	550	1.02
中間支点	451	442	1.02

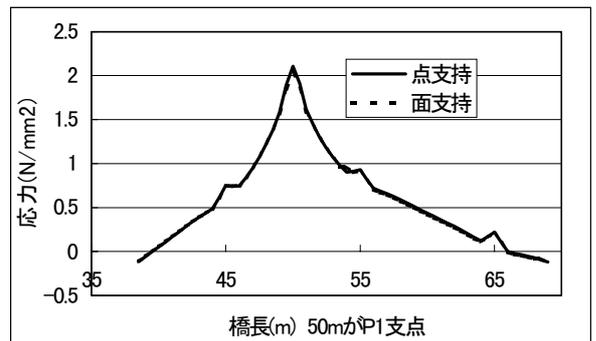


図 - 3 床版応力分布 フランジ上

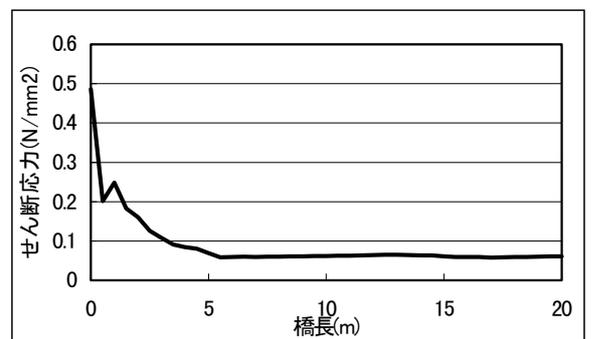


図 - 4 スタッドせん断応力分布

表 - 5 床版応力の比較 (N/mm²)

解析方法	床版	主桁	床版応力	A / B
A 格子、道示	2.84	1.21	4.05	0.931
B FEM	2.72	1.63	4.35	-

表 - 6 設計曲げモーメントの比較

着目位置	道示式					FEM				比率 M2/M3
	支間長 L(m)	T荷重 P(kN)	衝撃係数 i	道示式 M1(kN・m/m)	M2 M2/((1+i)*1.2))	床版厚 d(cm)	表面応力 σ u(N/mm ²)	断面2次モーメント I (cm ⁴)	曲げモーメント M3(kN・m/m)	
橋直	6	100	0.357	79.0	48.51	32	-2.72	273067	46.39	1.046
橋軸	6	100	0.357	76.0	46.67	32	-2.65	273067	45.16	1.033

参考文献

- 1)道路橋示方書 鋼橋編、平成2年、2) 道路橋示方書 コンクリート編、平成8年、3)安松ら、連続合成桁への取り組み、第1回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集、pp59~72、1998。